

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

# AC

(11)Publication number : 2002-359426  
(43)Date of publication of application : 13.12.2002

(51)Int.Cl. H01S 5/022  
G02B 6/42

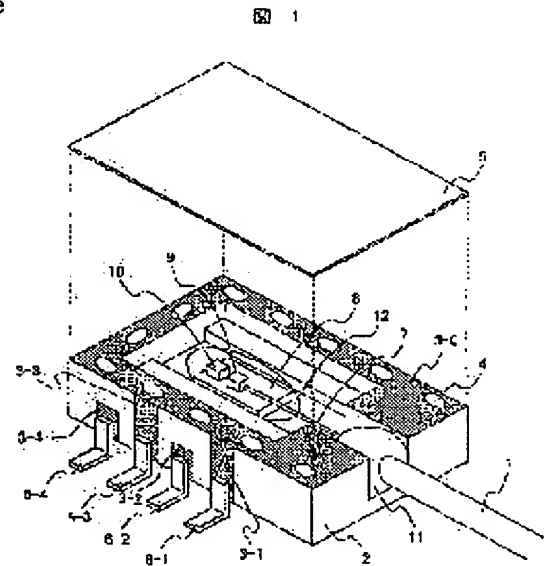
(21)Application number : 2001-166250 (71)Applicant : HITACHI LTD  
(22)Date of filing : 01.06.2001 (72)Inventor : IDO TATSUMI  
YOSHIDA KOJI

## (54) OPTICAL MODULE AND OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize an optical communication module enabling high-speed operation and whose EMC characteristics are superior at a low cost.

**SOLUTION:** In this optical module, this body 2 is constituted of a ceramic multilayered structure, and provided with a high-frequency line. An electrode pattern 3-0 is arranged on the body surface, and electrically connected to ground pins 6-1 and 6-3. Then, a metallic cap 5 is fixed on the electrode pattern 3-0 by using conductive adhesive.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-359426

(P2002-359426A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 S 5/022

H 0 1 S 5/022

2 H 0 3 7

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-166250 (P2001-166250)

(22) 出願日 平成13年6月1日 (2001. 6. 1)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 井戸 立身

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 吉田 幸司

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体グループ内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

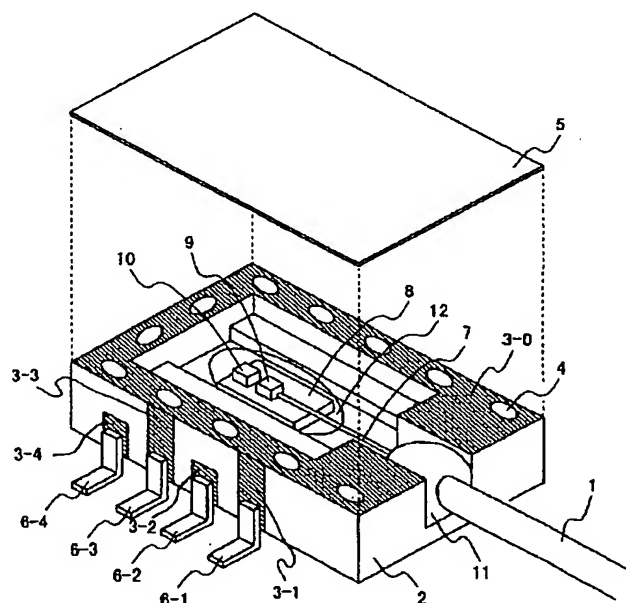
(54) 【発明の名称】 光モジュール及び光通信システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高速動作が可能でEMC特性に優れた光通信モジュールを低コストで実現する。

【解決手段】 光モジュールにおいて、本体2をセラミック多層構造で構成し、高周波線路を設ける。本体表面に電極パターン3-0を設けてグランドピン6-1、6-3に電氣的に接続する。同電極パターン3-0上に導電性接着剤を用いて金属キャップ5を固定する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モジュール基体と、当該モジュール基体を覆う導電性機能を有する蓋部材と、前記モジュール基体と前記蓋部材とで囲まれた空間と、前記空間内に少なくとも半導体光素子と電気信号配線部と、前記空間よりモジュール基体の外部に導出される光通路部材とを、少なくとも有し、前記モジュール基体はセラミックにて構成され、前記モジュール基体の少なくとも一部に導電性部材を有し、前記導電性部材の少なくとも一部に導電性接着材を有し、前記モジュール基体と蓋部材とが前記導電性接着材を介して接着され且つ蓋部材の有する導電性機能部は前記モジュール基体の少なくとも一部に設けられた前記導電性部材に電気的に接続され、この導電性部材が接地に接続される端子に電気的に接続され、且つ前記導電性接着剤が有機系導電性接着剤であることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 前記有機系導電性接着剤が少なくとも導電性粉体と有機樹脂とを含有する有機系導電性接着剤であることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】 前記モジュール基体が、複数のセラミック体の積層によって構成され、且つ前記セラミック体の表面の少なくとも一部に導電性部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 4】 前記モジュール基体が、複数のセラミック体の積層によって構成され、且つ前記セラミック体の表面の少なくとも一部に導電性部材が設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 5】 前記半導体光素子に接触して当該半導体光素子の光に対して透光性なる樹脂層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 6】 前記半導体光素子に接触して当該半導体光素子の光に対して透光性なる樹脂層が形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 7】 前記モジュール基体と前記導電性機能を有する蓋部材とで囲まれた空間が、その外部と通気性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 8】 前記モジュール基体と前記導電性機能を有する蓋部材とで囲まれた空間が、その外部と通気性を有することを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 9】 前記有機系導電性接着剤が、銀粉とエポキシ樹脂とを有し、その接着温度が摂氏 150 度以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 10】 前記有機系導電性接着剤が、銀粉とエポキシ樹脂とを有し、その接着温度が摂氏 150 度以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 11】 前記蓋部材は金属製もしくは導電性材料層を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジ

ュール。

【請求項 12】 前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 13】 前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有することを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 14】 前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有し、当該屈曲部の少なくとも一対と、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面との各領域に、吻合可能領域を有し、当該両吻合可能領域が吻合されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 15】 前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有し、当該屈曲部の少なくとも一対と、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面との各領域に、吻合可能領域を有し、当該両吻合可能領域が吻合されていることを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 16】 前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有し、当該屈曲部の少なくとも一対に突起部を有し、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面に凹部を有し、且つ前記突起部と前記凹部とが吻合されていることを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュール。

【請求項 17】 前記モジュール基体が、当該光モジュールに接続される外部線路とインピーダンス整合がとれた高周波線路を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 18】 前記蓋部材が、コパール、FeNi合金、ステンレスの群から選ばれた少なくとも一者を基材とし、且つ前記基材にAu又はPdを含むメッキ層を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 19】 光信号を入力または出力するための光ファイバ若しくは光コネクタと電気信号を入力または出力するための端子を備え、本体とキャップを有し、本体とキャップで囲まれた空間に半導体光素子を有し、前記本体が配線パターンを有するセラミック板を多層に積層した構造から成り、前記本体の表面の少なくとも一部に電極パターンを有し、前記電極パターンの少なくとも一部の上に設けた導電性接着剤によって前記キャップが接着されており、前記電極パターンはグラウンドに接続する端子と電気的に接続されており、前記導電性接着剤は少なくとも導電性粉体と樹脂を含有する有機系の導電性接着剤であり、該キャップは金属製であるか若しくは導電性の膜を有することを特徴とする光モジュール。

【請求項 20】 モジュール基体と、当該モジュール基体を覆う電磁波遮蔽機能を有する蓋部材と、前記モジュール基体と前記電磁波遮蔽機能を有する蓋部材とで囲ま

れた空間と、前記空間内に少なくとも半導体光素子と電気信号配線部と、前記空間よりモジュール基体の外部に導出される光通路部材とを、少なくとも有し、少なくとも前記半導体光素子は前記モジュール基体に搭載され且つ前記半導体光素子は透明な樹脂で覆われ、前記モジュール基体は複数のセラミック層の積層にて構成され、前記モジュール基体の少なくとも一部に電極層を有し、前記電極層の少なくとも一部に導電性接着材を有し、前記モジュール基体と蓋部材とが前記導電性接着材を介して接着され、前記モジュール基体の少なくとも一部に設けられた前記導電性部材が接地に接続される端子に電気的に接続され、且つ前記導電性部材が摂氏 150 度以下で硬化可能な有機系導電性接着剤であり、前記モジュール基体と前記電磁波遮蔽機能を有する蓋部材とで囲まれた空間とその外部の空間との境界にその両者の間を通気する構造を有し、且つ前記蓋部材が、前記モジュール基体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有し、当該屈曲部に突起部を有し、前記モジュール基体を構成する複数のセラミック層の積層の内の少なくとも一層の外周に欠損部を有し、且つ前記突起部と前記欠損部とが吻合されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 21】 請求項 1 に記載の光モジュールを有することを特徴とする光トランシーバ。

【請求項 22】 請求項 1 に記載の光モジュールを有することを特徴とする光通信システム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は光ファイバを使用した通信システムに有用な光モジュールに関するものである。即ち、本願発明は光信号を入出力するための光ファイバまたは光コネクタと電気信号を入出力するための端子を有し、内部に発光または受光素子を有する光モジュールに関する。特に、本願発明は、パッケージ本体がセラミック板の積層構造から成り、10 Gbit/s 以上の超高速動作を目的とする光モジュールに有用である。

##### 【0002】

【従来の技術】 近年、光通信システムの高速度化と低価格化が急速に進んでおり、光モジュールの高速度化と低コスト化が強く要求されている。光モジュールのパッケージとしてはプラスチックパッケージ、金属パッケージ、セラミックパッケージなどが検討されている。しかし 10 Gbit/s 以上で高速動作を目的とする光モジュールでは、電気信号を低損失・低歪で伝えるために、インピーダンス整合のとれた高周波線路（ストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路など）を内部に設けて、入出力を行なう端子（リード）と発光素子または受光素子を接続する必要がある。従って、高速光モジュールでは高周波線路を内蔵することができるセラミックパッケージの使用が不可避である。セラミックパッケ

ージはセラミックの多層積層構造からなり、グリーンシート法（印刷積層法、シート積層法）とよばれる方法で作製する。本方法では各層に任意の電極パターンやビアホールを形成することができ、インピーダンス整合のとれた高周波回路をパッケージに作りつけることができる。

【0003】 通常、セラミックパッケージを用いた光モジュールでは、金属キャップを用いて内部を気密封止する。又、同金属キャップをグランドに接続する端子（ピン）に電気的に接続することで、同キャップを電磁シールドとして作用させて、周囲の電磁ノイズによるモジュールの性能劣化を低減したり、逆にモジュールから放射する電磁ノイズを低減している。即ち、同金属キャップによって光モジュールの EMC (electromagnetic compatibility) 特性を向上している。セラミックパッケージを用いた光モジュールにおいてメタルキャップを固定するための第 1 の従来法は溶接であり、例えば公開公報、特開平 7-63957 号や特開 2000-164742 号などに記載されている。溶接によって気密が確保されると同時に、パッケージ側に設けた電極パターンと良好な導通が確保でき、同電極パターンをグランドピンに接続することによってキャップを電磁シールドとして作用させることが出来る。第 2 の従来法は半田接合であり、例えば公開公報、特開平 10-293230 号、特開平 10-170771 号、特開平 9-318849 号などに記載されている。半田接合によっても気密と導通が確保できる。又、多層セラミック基板に低コストで金属製のシールドキャップを固定する第 3 の方法が、公開公報、特開平 10-12808 号に記載されている。これは移動体機器用の RF パワーアンプモジュールに関するものであり、金属キャップを多層セラミック基板に機械的な構造で仮固定し、同モジュールを実装基板に半田実装する際に、キャップと基板との間の半田を溶融接合することによってシールドキャップとグランド間で導通を確保するものである。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本願発明の課題は、セラミックパッケージを用いた光モジュールにおいて、低コストで、光部品を損傷することなく、且つ確実に導電性を確保して金属キャップを固定が可能な光モジュールを提供することにある。本願発明によって、10 Gbit/s クラスの超高速で動作し、EMC 特性に優れた光モジュールを低コストで提供できる。

【0005】 本願発明の背景として、前記従来の方法は以下のような難点がある。

【0006】 上記第 1 の溶接法によってキャップを固定する場合には、溶接によって溶ける肉厚な金属（ウエルドリング）をセラミックパッケージ側に予め設けておく必要がある。具体的には、セラミックパッケージ表面に設けた電極パターンにコパールなどの金属リングを Ag

ロウ付けなどの手段によって予め固定しておく必要がある。このため溶接法は極めて高コストであるという難点がある。

【0007】又、上記第2の半田設合法によって金属キャップを固定する場合には、200℃程度の加熱が必要になることから、光部品や接着剤の耐熱性なる難点を有する。例えば、光ファイバのピグテイル(pigtail)を有する光モジュールでは、加熱によってファイバの被覆(ナイロンなど)が変質や変形し、最悪の場合は発生するストレスでファイバ芯線にマイクロベンディングが発生して大きな光損失を生じる。光信号を入出力するために光コネクタを設置した光モジュールにおいても、コネクタを構成するフェルルをモジュールに固定するためにエポキシなどの接着剤を使用しており、200℃程度の加熱を行なうと接着剤が劣化して接着強度が低下し、コネクタの抜き差しによってコネクタの光損失が増加するという難点がある。

【0008】又、上記第3の方法においても、光モジュールをリフロー装置で実装基板に実装すると光部品が熱損傷を受けるという難点がある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本願発明の基本思想は次の通りである。即ち、本願発明は、モジュール基体と、当該モジュール基体を覆う導電性を有する蓋部材と、前記モジュール基体と前記蓋部材とで囲まれた空間と、前記空間内に少なくとも半導体光素子と電気信号配線部と、前記空間よりモジュール基体の外部に導出される光通路部材とを、少なくとも有し、前記モジュール基体はセラミックにて構成され、前記モジュール基体の少なくとも一部に導電性部材を有し、前記導電性部材の少なくとも一部に導電性接着材を有し、前記モジュール基体と蓋部材とが前記導電性接着材を介して接着され且つ蓋部材の有する導電性機能は前記モジュール基体の少なくとも一部に設けられた前記導電性部材に電気的に接続され、この導電性部材が接地に接続される端子に電気的に接続され、且つ前記導電性接着剤が有機系導電性接着剤であることを特徴とする光モジュールである。

【0010】本願発明を代表的なより具体的形態に即して詳細に以下説明する。光信号を入力または出力するための光ファイバ若しくは光コネクタと電気信号を入力または出力するための端子を備え、本体、即ちモジュール基体と蓋部材、即ちキャップを有し、本体とキャップで囲まれた空間に半導体光素子または半導体集積回路素子を有する光モジュールにおいて、配線パターンを有するセラミック板を多層に積層して本体を構成する。本体には高速電気信号を伝送するためのマイクロストリップ線路、ビアホール、終端抵抗、ワイヤボンダなどの高周波回路を設けて、端子と半導体光素子または半導体集積回路素子を接続する。本体表面の少なくとも一部に電極パターンを設けて、同電極パターンをグラウンドに接続する

端子に接続する。同電極パターン上の少なくとも一部に導電性接着剤を塗布して、キャップを接着する。

【0011】キャップは金属製若しくは表面に導電性膜を有するものを使用する。キャップ基材に金属以外に例えばセラミックを用い、この表面に導電性膜を形成してもよい。この導電性の蓋体をグラウンド(接地)に接続する端子に電気的に接続することで、この蓋体を電磁シールドとして作用させることが出来る。こうして、周囲の電磁ノイズによるモジュールの特性低下を防ぐと共に、モジュールからの電磁ノイズの放出を防ぐことが出来る。

【0012】導電性接着剤は、導電性の粉体と熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を含有する有機系の接着剤であり、例えばエポキシ樹脂に硬化剤と銀粉を混入した銀エポキシ接着剤である。導電性接着剤の硬化温度は少なくとも150℃以下、できれば130℃以下になるように導電性接着剤を選定する。こうした導電性接着剤は通例低温硬化型と称される。

【0013】パッケージ内部に有する半導体の光素子は透明な樹脂により保護する。保護膜としては、通例の保護膜用の樹脂でよい。こうした樹脂の代表的な例をあげれば、例えばゲル状のシリコン樹脂を用いる。パッケージには通気構造を設けて、パッケージ内の水分が容易に出入りできる構造にする。こうした通気構造の諸例は後述される。

【0014】金属キャップの材質としては、セラミックパッケージに近い膨張係数を持つ材料を使用し、例えばコバルト、FeNiアロイ、ステンレスが好ましい。金属キャップの表面にはメッキを施しても良く、例えばAuやPdを含むメッキを行なう。又、導電性膜を用いる場合は、キャップ本体にセラミック、樹脂などを用いる。前記キャップが、前記本体の少なくとも一対の側面の一部を覆う屈曲部を有し、当該屈曲部の少なくとも一対と、本体の少なくとも一対の側面との各領域に、吻合可能領域を有し、当該両吻合可能領域が吻合することが、両者の固定の為に有用である。即ち、金属キャップは折り曲げ加工やプレス加工を行なっても良く、特にパッケージ側面の少なくとも一部を覆うように折り曲げても良い。又、導電性接着剤による固定手段に加えて、他の機械的な固定手段を併用しても良い。前記吻合可能領域は各面に複数個設けられるのが通例である。

【0015】内蔵する半導体光素子の例としてはレーザダイオード、フォトダイオード、アバランシェフォトダイオードが挙げられ、半導体集積回路としてはプリアンプICが挙げられる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】図1、図2、図3を用いて、本願発明の光モジュールの構造と作製方法の骨子を説明する。本例は、光素子とこの出力のモニターを行う光受光

10

20

30

40

50

素子を有する代表的な例である。光パッケージの本体はセラミック積層体で構成し、この光パッケージの本体に導電性接着剤を用いてキャップが接着される。本例では、セラミックパッケージに対して、キャップは導電体キャップが用いられ、高周波動作に耐え得るに十分な電磁遮蔽を得ることが出来ると共に、導電性接着剤を用いた接着によって低コストでの製造を実現することが出来る。尚、本例は本願発明の骨子を説明する為のもので、勿論、下記に例示するように多くの形態を取ることが出来る。

【0017】図1は本願発明の代表的な光モジュールの斜視図である。パッケージ内部及びキャップの接着方法を説明するために、キャップ5が上方にずらして図示している。但し、内部の電極パターンやワイヤボンド等の詳細については省略している。図2は図1に示した光モジュールのキャップを装着する前の平面図であり、パッケージ内部の電極パターン・ワイヤボンド等も詳細に示されている。図3は、図2の3-3断面図である。図4より図7は本光モジュールの本体を構成する3層のセラミック板の電極パターンをそれぞれ示したものである。図4がセラミック積層体の第1層21の上面（即ちパッケージ本体上面）の電極パターンを、図5が第2層22の上面の電極パターンを、図6が第3層23の上面の電極パターンを、図7が第3層の裏面（即ちパッケージ本体下面）の電極パターンをそれぞれ示す。

【0018】本モジュールは、図1に見られるように、パッケージ内部に光信号を発生するためのレーザダイオード（LD）素子9とその光出力をモニタするためのフォトダイオード（PD）素子10を有するLDモジュールで、DIL（Dual-In-Line）型パッケージにおさめられている。即ち、DIL型パッケージは、光信号を出力するためのファイバピグテイル1と電気信号を入出力するための8本のリード6-1～6-8を有するものである。尚、図1では、リード6-5より6-8は反対面にあるため、図示されていない。このことは、図2を参照して明瞭である。

【0019】パッケージ本体2はアルミナなどのセラミック板21、22、23に電極パターン、ビアホールを形成し積層して作製したセラミック積層構造であり、マイクロストリップ線路3-9、ビアホール26、終端抵抗25を有している。図3にこのセラミック積層構造（21、22、23）の断面図を示す。これらの構造により、リードピン6-2から入力される高速の駆動信号は低歪でLD素子9に伝えられ、良好な波形を有する光信号が得られる。電極パターンはパッケージの上下面及び側面にも形成できる。パッケージ下面に導体パターン（このパターンは図7の符号3-14に示される）を形成し、これをグランドピン6-1、6-3に接続することで、パッケージ下面を電磁シールドとして作用させることができる。

【0020】LD素子9は、高精度なV溝構造を有するシリコン・サブマウント8に高い位置精度で搭載されている。そして、このV構造にファイバの心線7を固定することによって、LD素子とファイバ間で高精度な位置決めが実現でき、ファイバ端から実用上十分な光出力が得られる。又、LD素子9とPD素子10はシリコンゲルなどの透明樹脂12で保護されている。尚、前述シリコン基板でのV溝構造は、シリコン結晶の食刻の異方性に基づき形成されるV字形の溝であり、半導体分野で良く知られた技術である。このV溝は光部材の固定に広く用いられているので、その詳細説明は省略する。

【0021】光ファイバ1の被覆材はパッケージ本体2に接着剤11を用いて固定されている。本体2の上面には、図1に示されるように電極パターン3-0が設けられている。この電極パターン3-0は、側面パターン3-1及び3-3を通じてグランドピン6-1及び6-3に接続されている。金属製のキャップ5はパッケージ上面の電極パターン3-0上に多数点に塗布した導電性接着剤4によって接着、固定されている。

【0022】光モジュールの製造プロセスの概略を説明する。電極パターン3-0～3-14、ビアホール26、終端抵抗25及びリードピン6-1～6-8を有するDIL型のセラミックパッケージを、グリーンシート法を用いて作製する。一方、前述したV溝、及び電極を有するシリコンサブマウント8に、LD素子9とPD素子10を搭載する。

【0023】光素子を搭載したシリコンサブマウント8をパッケージ本体2に固定する。ワイヤボンド24-1～24-4により、LD・PD素子とパッケージの電極パターンで接続する。先端の被覆を除去した光ファイバ1を用意し、先端の芯線部分7をシリコンサブマウント8のV溝に接着剤を用いて固定する。尚、この接着剤の図示は省略されている。又、接着剤11を用いて光ファイバをパッケージ本体2に固定する。透明樹脂12によりLD素子9とPD素子10を保護する。最後に電極パターン3-0上に導電性接着剤4を塗布し、金属キャップ5を接着する。

【0024】本願発明で用いる導電性接着剤は比較的低温の接着温度を有するものが好ましい。それは、光部材、例えば光ファイバーの被覆材、あるいは光部材の固定の為の接着剤などに熱的な損傷を実質的に与えないようにする為である。

【0025】こうした導電性接着剤の代表例は、導電性を持たせるために金属粉（いわゆる、金属フィラー）を含有し、熱硬化性樹脂あるいは熱可塑性樹脂をバインダとした有機系の導電性接着剤である。最も一般的なものは、エポキシ樹脂に硬化剤と銀粉を混入したいわゆる銀エポキシ接着剤である。銀エポキシ接着剤の硬化温度は通常150℃以下であり、一般の半田付に比べて作業温度を50℃以上低減することができる。更に、近年12

10

20

30

40

50

0℃30分程度の加熱でも硬化して、実用上十分な信頼性を有する低温硬化型銀エポキシ接着剤が開発されている。本願発明では、導電性接着剤としてこれを用いることで接着時の加熱温度をさらに低減できる。これらの導電性接着剤を金属キャップの固定に用いることで、キャップ固定の温度をファイバの被覆や光部品の固定に用いた接着剤の耐熱温度より低く設定することができ、被覆や接着剤に熱損傷を与えることなく、金属キャップを接着・固定することができる。又、銀エポキシの比抵抗は  $1 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$  以下であり、接触抵抗も  $0.2 \Omega$  以下のものを選定することができる。従って、本方法により金属キャップ5と電極パターン3の間で良好な導通を確保でき、且つキャップ5は良好な電磁シールドとし、本願発明による光モジュールは良好なEMC特性を有することができる。

【0026】尚、ここでは特に導電性接着剤として銀エポキシ接着剤について特に説明したが、エポキシ系樹脂に代って、アクリル系樹脂やポリアミド樹脂など他の熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂を含有する導電性接着剤を用いても同様に実施できる。又、ここでは特に導電性を確保するために銀粉を用いた導電性接着剤について説明したが、Sn、Cu、Ni、カーボンなどのその他の導電性を有する粉を含有する導電性接着剤を用いても同様に実施できる。

【0027】今、導電性接着剤を用いてキャップの固定した場合は、水分や空気が導電性接着剤を少なからず浸透するので、パッケージ内部の気密性に難点を有する。従って、LD素子やPD素子などの半導体光素子が水分や酸素などによって特性劣化する恐れがある。これに対しては、上述したように半導体光素子を透明な樹脂で封止することで解決でき、実用上十分な信頼性を得ることが出来る。ここで透明樹脂を用いるのは光を吸収しないようにするためである。透明樹脂としては、例えばゲル状のシリコン樹脂を用いることができる。又、このようにパッケージ内部で素子を樹脂封止して信頼性を確保することで、パッケージを気密封止する必要がなくなり、光ファイバや光コネクタがパッケージを横断する箇所でも気密を確保する必要がなくなる。従って、更に光モジュールの低コスト化が図れる。

【0028】逆に、導電性接着剤や接着剤を用いて擬似的に封止されたパッケージ構造を作製すると、長時間の間に水分が導電性接着剤を透過してパッケージ内に浸入し、この水分がリードの半田付け時に急速に蒸発して水蒸気爆発を起したり、温度が下がった時にパッケージ内に結露を生じるなどの問題が発生する。従って、LD素子やPD素子に樹脂封止を行なって信頼性を確保した場合には、むしろパッケージには通気構造を設けてパッケージ内の水分が容易に出入りできる構造を設けたほうが良い。通気構造を設ける方法としては、次のような方法がある。

(1) 導電性ペーストをキャップと本体の間の一部にのみ塗布し、塗布しない領域を設ける。

(2) キャップとモジュール本体またはキャップと光ファイバ（もしくはキャップと光ファイバを固定する接着剤）の間に隙間を設ける。

(3) キャップまたはモジュールに穴、溝を設ける。

【0029】金属キャップの材質は、セラミックパッケージに近い膨張係数を持つものを選択したほうが接着部に加わる熱ストレスを低減でき、接着部の信頼性を向上することができる。通常のアルミナセラミックの膨張係数は約  $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  であり、これに近い膨張係数を有する金属としてはコバルト、FeNiアロイ、ステンレス等が上げられる。又、導電性接着剤による接合界面は、水分や酸素が接着剤を透過することによって変質し、導通や力学強度が劣化する可能性がある。このためメタルキャップには変質を防ぐためのメッキを施したほうが良い。メッキとしては、Ni等を下地としたAuメッキ、Agメッキ、Pdメッキ、Snメッキ、PbSnメッキ、Cuメッキなどが考えられるが、変質しにくいAuやPdを表面層とするメッキを施したほうがより高い信頼性を実現できる。以上の説明は、特にメタル製の板をキャップに用いた場合について説明したが、キャップをセラミックや樹脂を本体として、導電性の膜を形成しても、同様な電磁シールド効果が得られる。

【0030】更に、本願発明において銀ペーストを用いてキャップを固定しようとする際には、ベーク中にキャップが位置ずれしたり、塗布した導電性接着剤が外に溢れて外観を悪くするという難点がある。これに対して、金属キャップの場合にはキャップの端を折り曲げることで、キャップの位置ずれや、接着剤のはみ出しによる外観不良を防止できる。更に、キャップを折り曲げてパッケージの側面を被うことによって、より高い電磁シールド効果を実現できる。又、更に金属キャップを折り曲げてパッケージの裏面に周りこませることで、機械的にもキャップとパッケージを固定してより信頼性の高い固定を実現できる。又、キャップを折り曲げた場合には、パッケージの側面または裏面に設けた電極パターンと金属キャップの間に導電性接着剤を用いることで、パッケージ上面に電極パターンを設けなくても電磁シールド効果が得られる。

【0031】本願発明はLDモジュールのみならず、PDとプリアンプ集積回路(IC)を内蔵したPDモジュール、アバランシェフォトダイオード(APD)とプリアンプICを内蔵したAPDモジュールをはじめ、少なくともモジュール内部に半導体の光素子や集積回路を有し、光ファイバ若しくは光コネクタを備えた光モジュール全てに対して実施可能であり、同様な効果が得られる。以下に本願発明の具体的な諸実施例を順に述べる。

<実施例1>本例はLD素子とその出力をモニターするPD素子を有する光モジュールの例である。



【0032】図1に本願発明の第1実施例に係るファイバピグテイル付LDモジュールの斜視図を示す。内部及びキャップの接着方法を説明するために、キャップ5を上方にずらして図示している。また内部の電極パターンやワイヤボンダ等の一部詳細については省略している。図2は、図1に示したLDモジュールのキャップを装着する前の平面図であり、モジュール内の電極パターンやワイヤボンダ等も詳細に図示している。図3は、図2の3-3断面図である。このセラミックパッケージ本体は3層のセラミック積層体から出来ている。図4より図7は、セラミックパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の各層の電極パターンを示したものである。図4は第1層21の上面（即ちパッケージ本体上面）の電極パターンを、図5は第2層22の上面の電極パターンを、図6は第3層23の上面の電極パターンを、図7は第3層23の裏面（即ちパッケージ本体下面）の電極パターンをそれぞれ示す。

【0033】本モジュールは、図1に見られるように、LD素子9とその光出力をモニタするためのモニタPD素子10を有するLDモジュールである。リード6-1と6-3は本モジュールを使用する際にグラウンドに接続するリードである。グラウンド電極パターン3-13はパッケージ側面の電極パターン3-1、3-3を介してこれらのリード6-1、6-3に接続されている。

【0034】リード6-2は本モジュールの駆動信号を与えるリードであり、駆動信号は側面電極パターン3-2、マイクロストリップ線路3-9、線路上に設けた終端抵抗25、ワイヤボンディング24-1を通過して、LD素子9に給電される。更に、このLD素子9の他方の電極は、ワイヤボンダ24-2、電極パターン3-10、スルホール26を介してグラウンド層3-13に伝わる。グラウンド層3-13はセラミック板23の上面に形成されている（図3を参照）。マイクロストリップ線路3-9のインピーダンスはその幅と第2層の基板22の厚さを設定することによって、所定のインピーダンス

（このインピーダンスとしては通常50または25Ωが使用される）に設定することができる。又、LD素子の抵抗値と終端抵抗の抵抗値の和が上記インピーダンスにほぼ一致するように設定することによって、LD素子からの駆動信号の反射を最小に押さえて、歪の少ない光信号を得ることが出来る。

【0035】モニターPD素子で発生する光電流は、図2の平面図に見られるように、ワイヤボンダ24-3、24-4、電極パターン3-11、3-12、側面電極パターン3-4、3-5を介してリード6-4と6-5間に出力される。この光電流を測定することで本モジュールの光出力をモニタできる。

【0036】又、本パッケージの金属キャップ5は導電性接着剤4を用いてパッケージ上面に設けた電極パターン3-0に接着されており、同電極パターン3-0は側

面に設けた電極パターン3-1、3-3を介して、グラウンドに接続するリード6-1、6-3に接続されている。従って、金属キャップ5はグラウンドと良好な導通を確保することができ、良好な電磁シールドとして作用する。また、パッケージ下面の電極パターン3-14も側面パターン3-1、3-3を介してグラウンドピン6-1、6-3に接続されており、良好な電磁シールドとして作用する。

【0037】本LDモジュールの製造プロセスを説明する。まず、セラミックパッケージを作製する。セラミックパッケージの本体2は、図3の断面図に見られるように、3層のアルミナセラミック板21、22、23の多層積層構造である。こうした積層構造はグリーンシート法を用いて作製される。グリーンシート法は印刷積層法、シート積層法などと呼ばれる作製方法である。即ち、アルミナ粉に有機バインダや焼結補助剤を添加したスラリーを引伸ばして生セラミックシート（グリーンシート）を形成し、金型で打ちぬくことで所定の形状にすると同時に、ビアホール26を設ける。次に、WやMoの導体ペーストをスクリーン印刷して、各層基板表面に図4より図7に示す電極パターン3-0、3-9～3-14を設ける。3層を積層して焼結した後に、ダイシングにより個々のパッケージに切断する。側面に導体ペーストを塗布して導体パターン3-1～3-8を設け、これにリード6-1～6-8をAgロー付けで固定する。最後に露出した電極パターンに仕上げのNi/Au電解メッキを施す。

【0038】一方、ファイバを位置決めするためのV溝と素子を実装する電極を設けたシリコン製のサブマウント8にLD素子9とPD素子10をAuSn半田を用いて固定する。終端抵抗25を搭載したセラミックパッケージ本体に同シリコンサブマウント8をダイボンドペーストを用いて、図1に見られるように固定する。又、金ワイヤを用いたワイヤボンダ24-1～24-4を施して、LD素子、PD素子とモジュールの電極パターンを接続する（図2を参照）。ナイロン等の保護被覆（ジャケット）を有する光ファイバ1の先端の被覆を除去して内部の芯線7を露出し、芯線7をシリコンサブマウント8に設けたV溝にエポキシ系のUV接着剤（図示せず）を用いて固定する。

【0039】一方、熱硬化型のエポキシ系接着剤11を用いて、モジュール本体2とファイバ1を固定する。この時の硬化条件は130℃10分程度である。LD素子9、PD素子10、シリコンサブマウント8上に透明なゲル状のシリコン樹脂をポッティングしてベークすることで、保護膜12を設ける。モジュール上面に設けた金属パターン3-0上に、導電性接着剤4をディスペンサを用いて多箇所に塗布する。ここで導電性接着剤には1液性エポキシ樹脂に銀粉を混入した低温硬化型の銀エポキシを用いる。FeNiアロイの板（ $t=0.1\text{mm}$ ）に



NiAuメッキを施して作製した金属キャップ5をこれに被せ、120℃で30分硬化することにより金属キャップ5を固定する。

【0040】固定後の金属キャップ5とグランドリード6-1、6-3の間の電気抵抗は0.1Ω以下となり、良好な導電が確保できる。従って、本モジュールは良好なEMC特性を有する。又、本導電性接着剤の硬化温度は120℃と十分に低いために、キャップを固定する際にファイバ1の被覆が変質したり、ファイバの固定に用いた接着剤が劣化したりすることは無く、良好な光出力特性が得られる。更に、温度サイクル試験（-40～85℃ 500回）や高温高湿試験（85℃85% 2000時間）を行なっても、金属キャップ5が本体2から外れるなどの問題が無く、又、金属キャップ5とグランドリード6-1、6-3間の抵抗が増大することもない。また、LD9及びPD10も樹脂12で保護されているために、パッケージ自身は非気密構造であっても良好な信頼性が得られる。更に、本モジュールでは、パッケージ本体の上面の一部にのみ導電性接着剤を塗布しているために、キャップ5と本体2の間には隙間があり、これが通気構造として作用する。更にファイバを固定する接着剤11とキャップ5の間にも隙間があり、これも通気構造として作用する。このため、本光モジュールを高湿下で吸湿させた後にリードの半田付けを行なっても水蒸気爆発が発生せず、良好な特性を得ることができる。

【0041】＜実施例2＞本例はPD素子とPD素子の出力を増幅するIC素子を用いた光モジュールの例である。図8に本願発明の第2実施例に係るファイバビグテイル付PDモジュールの斜視図を示す。内部及びキャップの接着方法を説明するために、キャップ5を上方にずらして図示している。またパッケージ内部の電極パターンやワイヤボンド等の一部詳細については省略している。図9は図8に示したPDモジュールのキャップを装着する前の平面図であり、内部の電極パターンやワイヤボンド等も詳細にしている。図10は、図9の10-10断面図である。図11より図14は、同PDモジュールのセラミックパッケージ本体4を構成する3層のセラミック板の電極パターンをそれぞれ示したものである。図11が第1層21の上面（即ちパッケージ本体上面）の電極パターンを、図12が第2層22の上面の電極パターンを、図13が第3層23の上面の電極パターンを、図14が第3層23の裏面（即ちパッケージ本体下面）の電極パターンをそれぞれ示す。

【0042】本PDモジュールでは、図9に見られるように、光ファイバ1から入射する光信号がPD素子10によって電気信号に変換され、得られた電気信号はワイヤボンド24-1、24-2を通じてプリアンプ集積回路（IC）41に入力される。信号はこのプリアンプIC41で増幅されて、ワイヤボンド24-3、ストリップ

ブ線路3-9、側面電極パターン3-3を介して、リード6-3に出力される。リード6-2、6-4はグランドに接続される端子である。これらのリードは、側面パターン3-2、3-4、グランドパターン3-13、ビアホール26、電極パターン3-10、ワイヤボンド24-4を介して、IC41のグランドパッドに接続されている。IC41を駆動するための電流は、リード6-5より、側面電極パターン3-5、電極パターン3-12、ワイヤボンド24-5を介してICの電源パッドに供給される。

【0043】マイクロストリップ線路3-9のインピーダンスはその幅と第2層のセラミック基板厚を設定することによって、所定のインピーダンス（通常50Ω）に設定することができる。従って、IC51で増幅した電気信号を低損失・低歪でリードピン6-3に出力することが出来る。また、金属キャップ5は導電性接着剤4を用いてパッケージ上面に設けた電極パターン3-0に接着されており、同電極パターン3-0は側面に設けた電極パターン3-1を介して、グランドに接続するリード6-1に接続されている。従って、本モジュールを使用する際には、金属キャップ5はグランドと良好な導通を確保することができ、金属キャップ5は良好な電磁シールドとして作用する。また、パッケージ下面の電極パターン3-14もグランドピン6-1に接続されていることから良好な電磁シールドとして作用する。

【0044】本PDモジュールは以下の手順で作製する。まずセラミックパッケージを作製する。セラミックパッケージの本体4は3層のアルミナセラミック板21、22、23の多層構造であり、実施例1と同様な方法で作製できる。

【0045】一方、ファイバを位置決めするためのV溝とPD素子を実装するための電極を有するシリコンサブマウント8にPD素子10をAuSn半田を用いて固定する。パッケージ本体に同シリコンサブマウント8とプリアンプIC51をダイボンドペーストを用いて固定する。又、金ワイヤを用いたワイヤボンド24-1、24-2により、PDとプリアンプICの入力パッドを接続する。同じくワイヤボンド24-3～24-5により、同ICの出力パッド、グランドパッド、電源パッドとモジュール内に設けた電極パターン3-9～3-11を接続する。ナイロンの保護被覆（ジャケット）を有するファイバ1の先端の被覆を除去して内部の芯線7を露出し、芯線7をシリコンサブマウント8に設けたV溝にアクリル系のUV接着剤（図示せず）を用いて固定する。一方、熱硬化型のエポキシ系接着剤11を用いてモジュール本体2とファイバ1を固定する。この時の硬化条件は130℃30分程度である。PD10とプリアンプIC21に透明なシリコン系樹脂をポッティングしベークすることで、保護膜12を設ける。モジュール上面に設けた金属パターン3-0上に、導電性接着剤4をスクリ

ーン印刷により塗布する。ここで導電性接着剤 4 には、低温硬化型の 2 液性エポキシ樹脂に銀フィラーを混入したものを用いる。別途、コパール板 ( $t = 0.1 \text{ mm}$ ) を曲げ加工し、Pd メッキを施して金属キャップ 5 を作製しておく。金属キャップ 5 を被せて  $120^\circ\text{C}$  で 30 分硬化することにより金属キャップ 5 をパッケージ本体 2 に固定する。

【0046】固定後のキャップ 5 とグランドリード 6-1 間の電気抵抗は  $0.1 \Omega$  以下となり、良好な導電が確保できる。従って、本 PD モジュールは良好な EMC 特性を有する。又、本導電性接着剤の硬化温度は  $120^\circ\text{C}$  と十分に低いために、ファイバのナイロン被覆が変質することは無く、ファイバの固定に用いた接着剤が熱劣化することも無く、良好な特性を有する PD モジュールが得られる。更に、温度サイクル試験 ( $-40 \sim 85^\circ\text{C}$  500 回) や高温高湿試験 ( $85^\circ\text{C}$  85% 2000 時間) を行なっても金属キャップが本体から外れることもなく、また金属キャップとグランドリード間の抵抗が増大することもない。又、PD 10 とプリアンプ IC 51 は樹脂 12 で保護されているために、高温高湿下でも良好な信頼性が得られる。更に、本モジュールでは、金属キャップ 2 とファイバを固定する接着剤 11 の間に隙間があり、通気構造として働くために、モジュールを高湿下で吸湿させた後にリードの半田付けを行なっても、水蒸気爆発が生じない。更に、本キャップは図 8 に示すようにキャップの縁が折り曲げられているので、導電性接着剤がキャップと本体の上面の間から多少はみ出ても、キャップにより隠され外観上の問題を生じない。また、固定時にキャップが動くことがないので、容易にキャップ固定が行なえる。

【0047】<実施例 3> 本例は PD 素子とその出力をモニターする PD 素子及び光コネクタを有する光モジュールの例である。従って、実施例 1、2 とは異なって、本例は光コネクタ機構部をも有する。

【0048】図 15 に本願発明の第 3 実施例に係る光コネクタ付 LD モジュールの斜視図を示す。モジュールの内部およびキャップ 5 の接着方法を説明するために、キャップ 5 及びコネクタ固定金具 74 は上方にずらして図示してある。又、本モジュールは、実施例 1 の LD モジュールと同一の機能を有するが、例えば下記のような相違点がある。

(1) 光出力インターフェースが光コネクタであってコネクタ機構部を有すること。

(2) リードの取出しがパッケージの底面から成されていること。

【0049】光コネクタ機構を実現するために、短尺ベアファイバ 7 を有するフェルル 71 がパッケージ本体に接着・固定されている。また、配線接続は実施例 1 と同様であるが、各電極パターンがビアホールを介してパッケージ底のリードに接続している点が異なる。また、L

D 駆動信号を低損失・低歪で LD 素子に伝えるために信号線に対してはマイクロストリップ線路や終端抵抗が使用されている点は実施例 1 と同様である。また、金属キャップ 5 は、導電性接着剤 4、電極パターン 3-0、スルホール 26 を介して、グランドピン 6-1、6-2 に電氣的に接続している。

【0050】本 LD モジュールは以下の手順で作製する。まず、実施例 1 と同様にグリーンシート法を用いてボトムリードを有するセラミックスパッケージを用意する。V 溝や電極などを設けたシリコンサブマウント 8 に LD 素子 9 と光出力モニタ用 PD 素子 10 を搭載する。シリコンサブマウント 8 を本体 2 にダイボンドペーストを用いて固定する。金ワイヤを用いたワイヤボンディングによって、実施例 1 と同様に LD 及び PD の電極とパッケージの電極パターンを接続する。ファイバ芯線 7 を有し端面を研磨したジルコニア製のフェルル 71 ( $1.25 \text{ mm } \phi$ ) を用意し、芯線 7 をシリコンサブマウント 8 に設けた V 溝にエポキシ系 UV 接着剤 (図示せず) で固定し、エポキシ系熱硬化型接着剤 11 を用いて本体 4 にフェルル 71 を固定する。更に金属から成るコネクタ固定用ブロック 74 をエポキシ系熱硬化型接着剤 (図示せず) を用いて接着することで、フェルル 71 を完全に固定する。LD 素子 9、PD 素子 10、サブマウント 8 にシリコン樹脂をポッティングしベークして、透明保護膜 12 を設ける。金属パターン 3-0 上に導電性接着剤 4 をデイスペンサにより塗布する。ここで導電性接着剤には、低温硬化型の 1 液性エポキシ樹脂に銀フィラーと錫合金フィラーを混入したものを用いた。別途、FeNi アロイの板 ( $t = 0.1 \text{ mm}$ ) に通気穴 72 を開け、プレスによって立体構造を形成し、Ag-Pd メッキを施すことにより金属キャップ 5 を作製しておく。作製したキャップ 5 を被せ、 $120^\circ\text{C}$  で 30 分硬化することによりキャップ 5 を本体 2 に固定した。

【0051】固定後のキャップ 5 とグランドリード 6-1、6-3 の間の電気抵抗は  $0.1 \Omega$  以下となり、良好な導電が確保できる。従って、本 LD モジュールは良好な EMC 特性が期待できる。又、本導電性接着剤の硬化温度は  $120^\circ\text{C}$  と十分に低いために、フェルルの固定に用いた接着剤 11 やフェルル 71 とファイバ芯線 6 の接着に用いた接着剤 (図示せず) がキャップ固定時に劣化することはない。従って、本モジュールのコネクタ部にコネクタ付ファイバの着脱を繰り返してもコネクタの光損失が増加することなく、良好な特性が得られる。更に、本モジュールでは、メタルキャップに通気構造 72 があるために、モジュールを高湿下で吸湿させた後にリードの半田付けを行なっても、水蒸気爆発が発生せず、特性劣化を生じない。

【0052】<実施例 4> 本例は、キャップの形状に工夫を凝らした例である。

【0053】図 16 に本願発明の第 4 実施例に係るファ

イバビッグテイル付PDモジュールの斜視図を示す。モジュールの内部および金属キャップ5の固定方法を説明するために、金属キャップ5は上方にずらして図示しており、実際に本願発明を実施した状態では、キャップ5は本体2の底面の電極パターン（に導電性接着剤4を用いて固定される。

【0054】本PDモジュールは実施例2に示したPDモジュールと同一の機能を有するが、次の諸点で相違する。

(1) 金属キャップが本体裏面にも廻り込むように曲げられていること。

(2) 図8に見られるパッケージ上面の電極パターン3-0（図8を参照）が無く、メタルキャップ5は、導電性接着剤4、パッケージ下面の電極パターン3-14（図14）と同じ形状を有する）を介して、グランドピン6-1に電氣的に接続されている。

尚、他の構成については詳細説明を省略する。図において同一符号は同一部位を示す。

【0055】本PDモジュールは以下の手順で作製する。まず、実施例2と同様な方法で、パッケージ本体2にPD素子10を搭載したサブマウント8、プリアンプIC21を固定する。更に、所定のワイヤボンディングを行なう。次いで、光ファイバ1をパッケージ基体に固定し、更に、光素子10等の部分を覆って保護膜12を設ける。

【0056】別途、ステンレスの板を折り曲げ加工し、表面にPd-Agメッキを施して金属キャップ5を作製する。作製した金属キャップ5の折り曲げ部に熱可塑性樹脂をもちいた導電性接着剤4を塗布し、140℃で5分ブリベークする。次に、キャップをモジュール本体にはめ込み、底面の折り曲げ部分に圧力を加えながら150℃で5分で加熱・溶融して、キャップと本体を接着した。ここで用いた熱可塑性導電性接着剤はポリアミド樹脂に銀フィラーを混入したものである。モジュール裏面全体にグランドパターンを形成しているために、キャップ5とグランドリード6-1の間には抵抗0.1Ω以下の良好な導電が確保できる。また、本導電性接着剤の硬化条件は150℃5分と低温・短時間であり、またホットプレートを用いてモジュール底面のみを加熱できるように、ファイバの被覆が変質したり、ファイバの固定に用いた接着剤が劣化することは無く、良好な受光特性が得られる。

【0057】更に、本モジュールでは、メタルキャップ5と本体の間に隙間があり、通気構造として作用するために、モジュールを高湿下で吸湿させた後にリードの半田付けを行なっても、水蒸気爆発が発生しない。さらに、キャップが折り曲げられており、機械的にもキャップと本体が固定されている。従って、実装基板に本モジュールを半田付けする際に熱可塑性の導電性接着剤が軟化しても、キャップがはずれたりすることない。こうし

て、半田付け後も良好な導通を得ることができる。又、キャップが折り曲げられておりモジュールの側面を覆うことで、より優れたEMC特性を得ることが出来る。

【0058】＜実施例5＞本例は金属キャップの固定方法に工夫を施した例である。

【0059】図17に本願発明の第5実施例に係るファイバビッグテイル付LDモジュールの構造の斜視図を示す。モジュールの内部およびモジュール2とキャップ5の固定方法を説明するために、キャップ5は上方にずらして図示している。

【0060】本LDモジュールは、基本的には実施例1と同様な方法で実施できるが、金属キャップの固定方法が異なっている。尚、他の構成については詳細説明を省略する。図において同一符号は同一部位を示す。本実施例ではキャップ5を固定する接着剤に導電性を有する導電性接着剤4と導電性を有さない通常の接着剤91の両方を用いている。

【0061】導電性接着剤としては、例えば熱硬化型のエポキシ系の接着剤に銀フィラーを混入したものを用いることができる。又、導電性を有さない通常の接着剤としては、例えば熱硬化型のエポキシ系接着剤を用いることができる。両者をディスペンサを用いて電極パターン3上にそれぞれ多点に塗布した後に、金属キャップ5を被せて120℃30分ベークして固定する。本実施例では、導電性を有する接着剤に加えて導電性を有さない接着剤を固定に併用することで、接着強度を強化すると同時にコストの高い導電性接着剤の使用を最低限にした。従って、コスト低減を図ることができる。本実施例でも、導電性接着剤4を介してグランドリード6-1、6-3とキャップ5の間で良好な導通を確保できるので金属キャップ5は電磁シールドとして有効に動作する。従って本LDモジュールは良好なEMC特性を有する。＜実施例6＞本例はキャップにセラミック基板を用いた例である。

【0062】図18に本願発明の第6実施例に係るファイバビッグテイル付PDモジュールの構造の斜視図を示す。モジュールの内部、キャップの固定方法、及びキャップの裏面を説明するために、キャップ5は上方にずらした上で回転して図示している。実際に本願発明を実施した状態では、キャップ5は本体2に導電性接着剤4で接着される。

【0063】本PDモジュールは、基本的には実施例2と同様な構造であり、同様な方法で実施するが、キャップの構造が異なる。従って、他の構成については詳細説明を省略する。図において同一符号は同一部位を示す。

【0064】本実施例ではキャップにセラミック製の板101を用いている。電磁シールド効果を出す為に、キャップには金属膜102を形成している。本キャップは実施例1と同様に例えば銀エポキシ系の導電性接着剤4を用いて固定する。本実施例では、セラミックキャップ

基板 101 の裏面の金属膜 72 が導電性接着剤 4 を介してグランドリード 6-1 と導通している。従って、本例では良好な電磁シールド作用が確保でき、良好な EMC 特性が得られる。ここでは、キャップのベース材料について特にセラミックを用いる場合について説明したが、導電性接着剤の硬化に耐える耐熱性を有するものであれば、プラスチック、ガラスなどその他のあらゆる材料であっても、同様に導電性の薄膜を形成すれば、同様に実施可能であることは言うまでもない。

<実施例 7> 本例は本願発明の光モジュールの適用例を示すものである。

【0065】 本願発明に係る LD モジュールと PD モジュールを用いた光トランシーバの概略構成図を図 19 に示す。光トランシーバに入力する 600 Mbit/s 8ch の電気信号は、MUX (Multiplex) 機能を有する IC111 で多重化されて 10 Gbit/s の電気信号に変換される。10 Gbit/s の電気信号は、LD ドライバ IC112 で増幅と波形整形されて、LD モジュール 113 に与えられる。この LD モジュール 113 は本願発明の第 1 実施例によって得られた LD モジュールを採用する。そして、10 Gbit/s の光信号に変換された信号は、LD モジュールのファイバ端より出力する。LD モジュールのファイバピグテイルの先端には、ファイバを接続するための光コネクタ 114-1 が設けられている。他方のコネクタ 114-2 から入射する 10 Gbit/s の光信号は、PD モジュール 115 によって 10 Gbit/s 電気信号に変換される。この PD モジュール 115 に、本願発明の第 2 の実施例によって得られた PD モジュールが採用される。10 Gbit/s 電気信号に変換された信号は、クロック抽出機能と識別機能を有する IC116 によってジッタを抑制し、波形整形された信号に変換される。更に、この信号は DEMUX (Demultiplex) 機能を有する IC117 によって、600 Mbit/s 8ch の電気信号に変換されて出力される。

【0066】 本トランシーバモジュールの受信感度は -14 dBm 以下であり、送信側の回路を ON にした場合と OFF にした場合の受信感度の変化、即ちクロストークによる受信感度の劣化は 0.2 dB 以下と十分小さくすることができる。これは LD モジュール 113 では金属キャップが電磁ノイズの放射を低減していると同時に、PD モジュール 115 では金属キャップが電磁ノイズによる感度劣化を低減しているためである。即ち、本願発明による光モジュールが良好な EMC 特性を有することがその主な要因である。

【0067】 上記説明した光トランシーバを用いて、例えば、図 20 に示すような光通信システムを構成することができる。本システムは、通信装置 A と通信装置 B からなり、各々が光トランシーバ 121-1、121-2 を有している。両者のトランシーバは 2 本の光ファイバ

122-1、121-2 で接続されており、10 Gbit/s の信号を相互にやり取りできる。本通信システムはエラフリーで正常に動作する。

【0068】 こうした光システムの構成に、本例で用いた光モジュールのみでなく、本願発明の実施の諸形態を、その要請に応じて用い得ることは言うまでもない。

【0069】 <実施例 8> 本例はキャップの固定に工夫を行った例である。即ち、この方法は、メタルキャップにボンチングによって突起を設け、他方、セラミック基板にはこの突起に対応する欠損を設けて、その両者を勘合して、メタルキャップを基板に機械的にも固定する。

【0070】 図 21 に本発明の第 8 実施例に係るファイバピグテイル付 LD モジュールの斜視図を示す。内部及びキャップの接着方法を説明するために、キャップ 5 を上方にずらして図示している。又、内部の電極パターンやワイヤボンド等の一部詳細については省略している。図 22 は、図 21 に示した LD モジュールのキャップを装着する前の平面図であり、モジュール内の電極パターンやワイヤボンド等も図示している。図 23 は図 22 の 23-23 線における断面図であり、図 24 は図 22 の 24-24 線における断面図である。図 23、図 24 ともに、金属キャップ 5 を装着した後のものである。図 25 から図 28 は、セラミック・パッケージ本体を構成する 3 層のセラミック板の各層の電極パターンを示したものである。図 25 は第 1 層 21 の上面（即ちパッケージ本体上面）の電極パターンを、図 26 が第 2 層 22 の上面の電極パターンを、図 27 が第 3 層 21 の上面の電極パターンを、図 28 が第 3 層 23 の裏面（即ちパッケージ本体下面）の電極パターンをそれぞれ示す。

【0071】 本モジュールの構造や機能は実施例 1 と同様であるが、金属キャップの固定に導電性接着剤 4 による接着に加えて、メタルキャップにボンチングにより設けた突起 131-1~4 とセラミック本体に設けた窪み 132-1~4 を勘合させる機械的な固定を併用している。導電性接着剤 4 を電極パターン 3-0 に塗布した後、キャップ 5 を本体に挿入すれば、突起 131-1~4 と窪み 132-1~4 の勘合が起こり、キャップ 5 が機械的に仮固定される。これをベークして導電性接着剤を硬化させることにより、キャップ 5 を目的の位置に強い強度で固定できる。尚、他の構成については、これまでの実施例と同様であるので、詳細説明を省略する。図において同一符号は同一部位を示す。

【0072】 これに対して、このような仮固定構造を有さない構造では、ベーク時にキャップ 4 を本体に押し付けておく治具が必要となり、治具にセットする作業時間などが発生する。従って、本実施例のような機械的な固定構造により、キャップの固定プロセスの量産性を向上することが出来る。

【0073】 実施例 4 に示した機械的固定機能を有するメタルキャップでは、包み込むように 2 度曲げ加工を行

なう必要があり、曲げ加工に対するコストが高くなる。これに対して、本実施例のメタルキャップは、金属板をプレス機で打ちぬき、ポンチにより突起を作り、曲げ加工を1度行なうことで作製できる。特に作製上の課題もなく低コストである。また、セラミック本体に設ける窪みも、グリーンシート法で本体を作製する際に、図26に示すように、第2層を型抜きする時に外周の一部(151-1より151-4)も同時に抜くようにするだけで作製できる。

【0074】本例では良好な電磁シールド作用が確保でき、良好なEMC特性が得られる。

#### 【0075】

【発明の効果】本願発明は、高周波動作に耐え得ると共に、低コストでの製造可能な光モジュールを提供する。本願発明は10GHz以上の高周波動作に供して、わけでも有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本願発明の第1実施例のLDモジュールの斜視図である。

【図2】図2は本願発明の第1実施例のLDモジュールのキャップを除いた平面図である。

【図3】図3は図2の3-3線における断面図である。

【図4】図4は本願発明の第1実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第1層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図5】図5は本願発明の第1実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第2層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図6】図6は本願発明の第1実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図7】図7は本願発明の第1実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層下面に設けた電極パターンを示す図である。

【図8】図8は本願発明の第2実施例のPDモジュールの斜視図である。

【図9】図9は本願発明の第2実施例のPDモジュールのキャップを除いた平面図である。

【図10】図10は図9の10-10線における断面図である。

【図11】図11は本願発明の第2実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第1層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図12】図12は本願発明の第2実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第2層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図13】図13は本願発明の第2実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図14】図14は本願発明の第2実施例のLDモジュール

ールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層下面に設けた電極パターンを示す図である。

【図15】図15は本願発明の第3実施例のLDモジュールの斜視図である。

【図16】図16は本願発明の第4実施例のPDモジュールの斜視図である。

【図17】図17は本願発明の第5実施例のLDモジュールの斜視図である。

【図18】図18は本願発明の第6実施例のPDモジュールの斜視図である。

【図19】図19は本願発明のLDモジュールとPDモジュールを用いた光トランシーバの構成図である。

【図20】図20は本願発明の光トランシーバを用いた通信装置の構成を示す図である。

【図21】図21は本願発明の第8実施例のLDモジュールの斜視図である。

【図22】図22は本願発明の第8実施例のLDモジュールのキャップを除いた平面図である。

【図23】図23はキャップをした状態の図22の23-23線における断面図である。

【図24】図24はキャップをした状態の図22の24-24線における断面図である。

【図25】図25は本願発明の第8実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第1層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図26】図26は本願発明の第8実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第2層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図27】図27は本願発明の第8実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層上面に設けた電極パターンを示す図である。

【図28】図28は本願発明の第8実施例のLDモジュールのパッケージ本体を構成する3層のセラミック板の第3層下面に設けた電極パターンを示す図である。

#### 【符号の説明】

1・・・被覆付光ファイバ、2・・・パッケージ本体、3-0~3-14・・・電極パターン、4・・・導電性接着剤、5・・・金属キャップ、6-1~6-8・・・リード、7・・・光ファイバ芯線、8・・・シリコンサブマウント、9・・・レーザダイオード(LD)素子、10・・・フォトダイオード(PD)素子、11・・・接着剤、12・・・透明樹脂、21・・・第1層のセラミック板、22・・・第2層のセラミック板、23・・・第3層のセラミック板、24-1~24-5・・・ワイヤボンド、25・・・終端抵抗、26・・・ビアホール、41・・・プリアンプIC、71・・・フェルル、72・・・通気穴、74・・・フェルル固定用ブロック、91・・・接着剤、101・・・キャップ本体、102・・・導電性膜、111・・・MUX-IC、112・・・LDドライバIC、113・・・本願発明によ

23

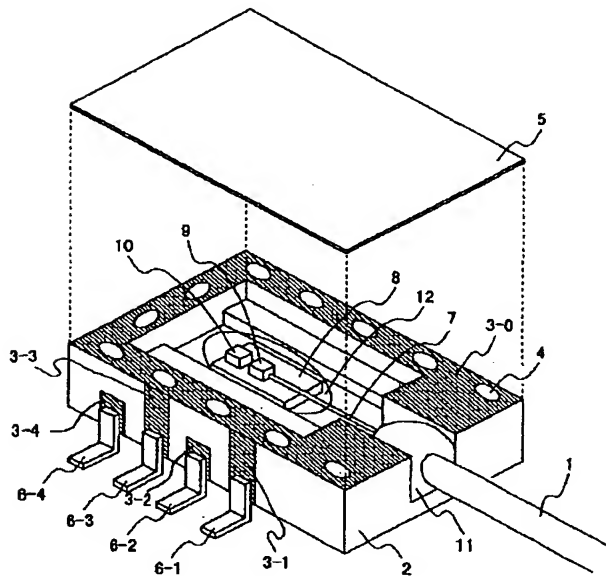
るLDモジュール、114-1、114-2・・・光コネクタ、115・・・本願発明によるPDモジュール、116・・・タイミング抽出及び識別器IC、117・・・DEMUX-IC、121-1、121-2・・・

24

本願発明による光トランシーバ、121-1、122-2・・・光ファイバ、131・・・突起、132・・・窪み。

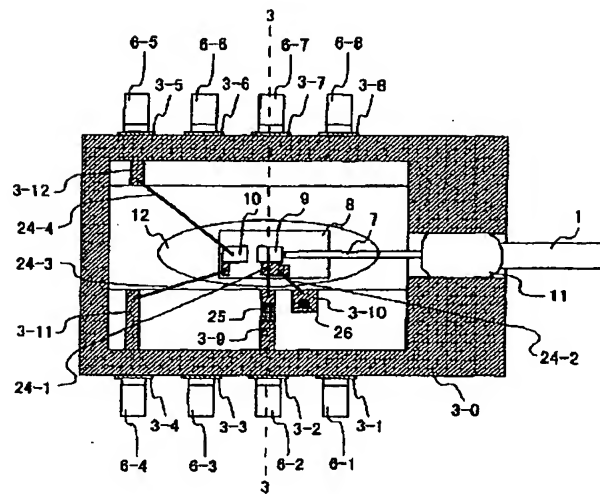
【図1】

図 1



【図2】

図 2



【図5】

【図6】

図 5

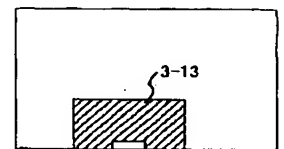
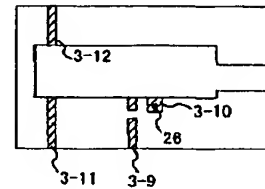
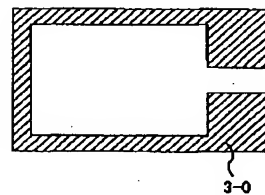
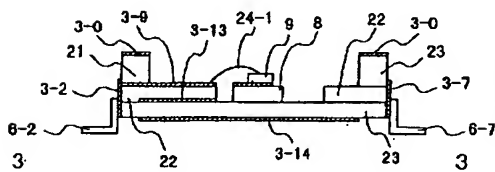
図 6

【図3】

【図4】

図 3

図 4



【図9】

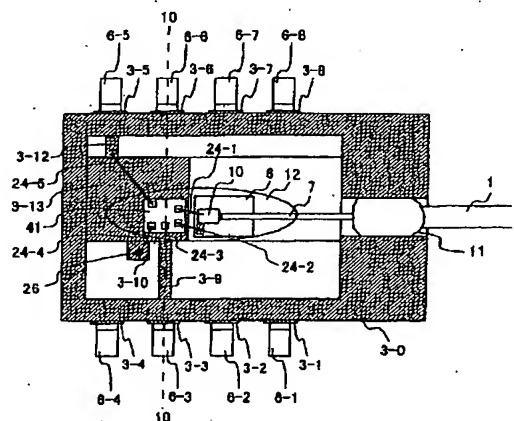
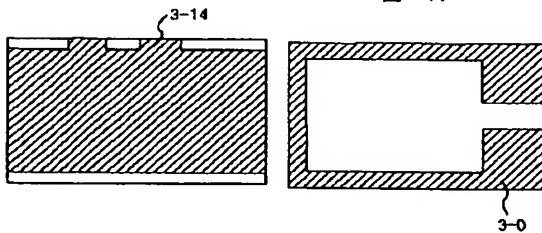
図 9

【図7】

【図11】

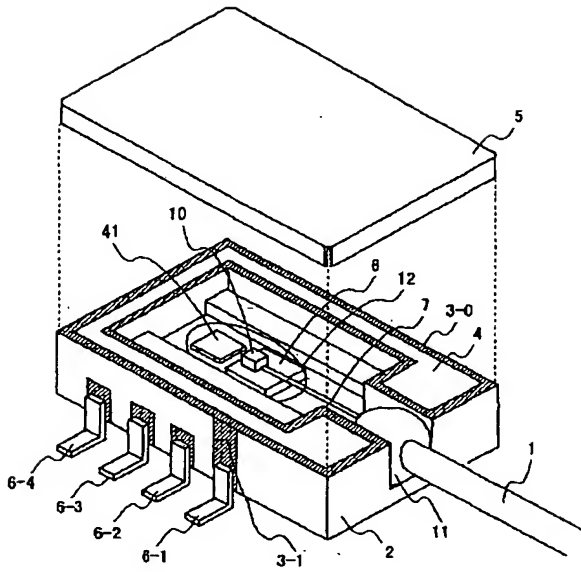
図 7

図 11



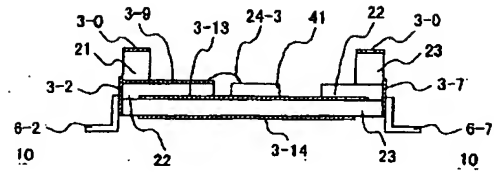
【図 8】

図 8



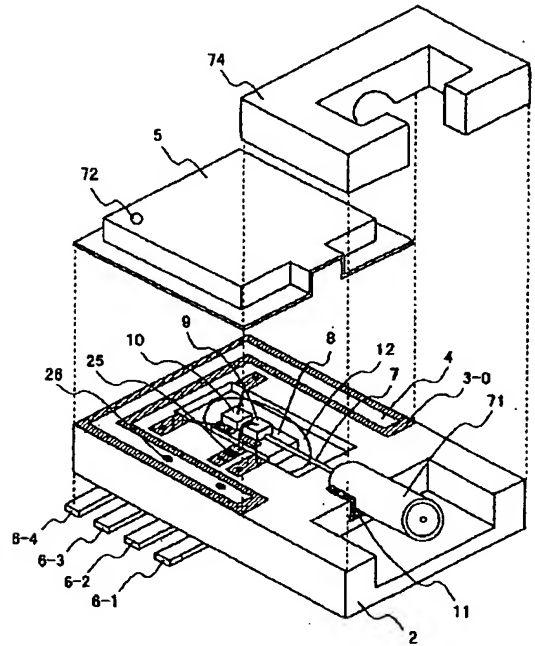
【図 10】

図 10



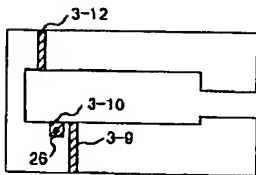
【図 15】

図 15



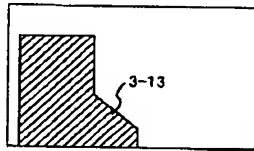
【図 12】

図 12



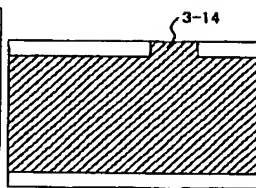
【図 13】

図 13



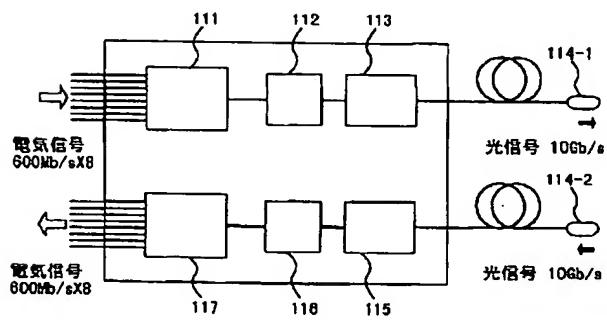
【図 14】

図 14



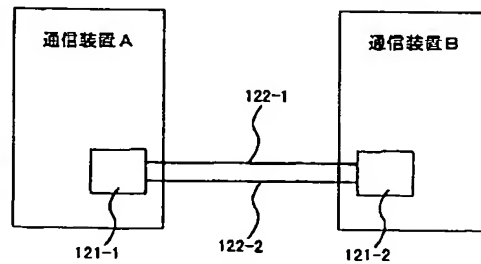
【図 19】

図 19



【図 20】

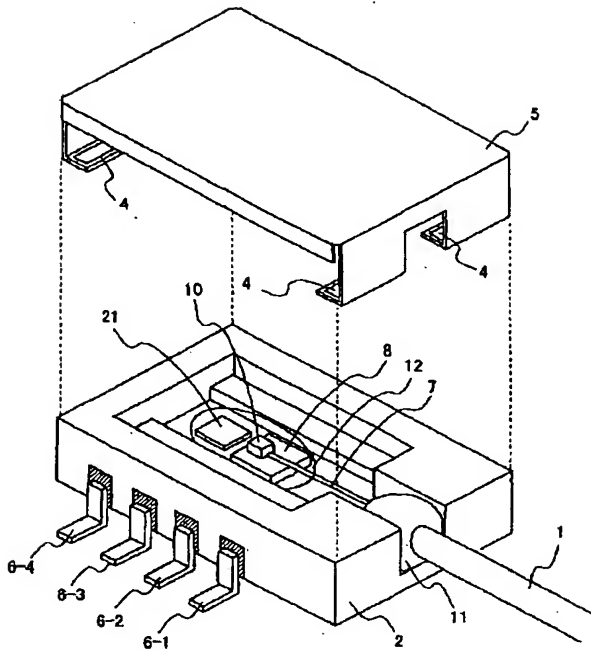
図 20





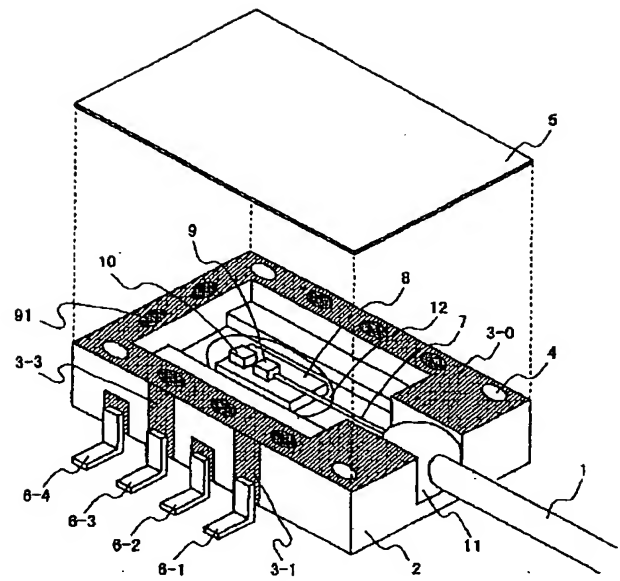
【図 16】

図 16



【図 17】

図 17

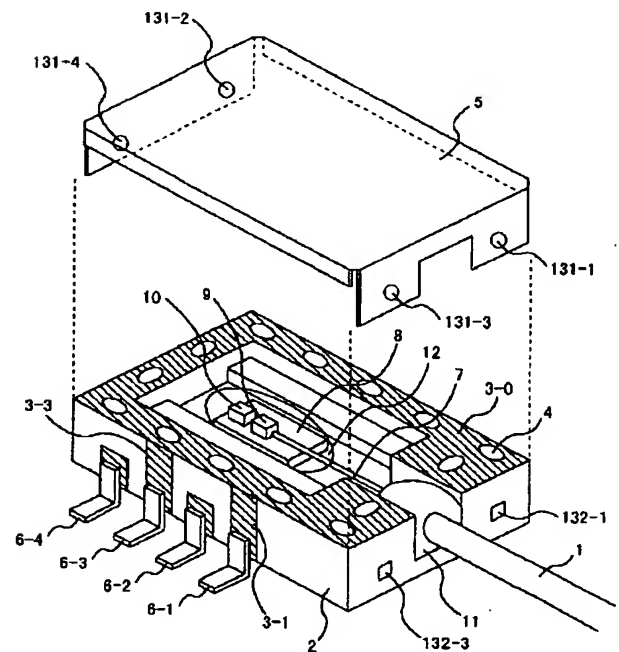
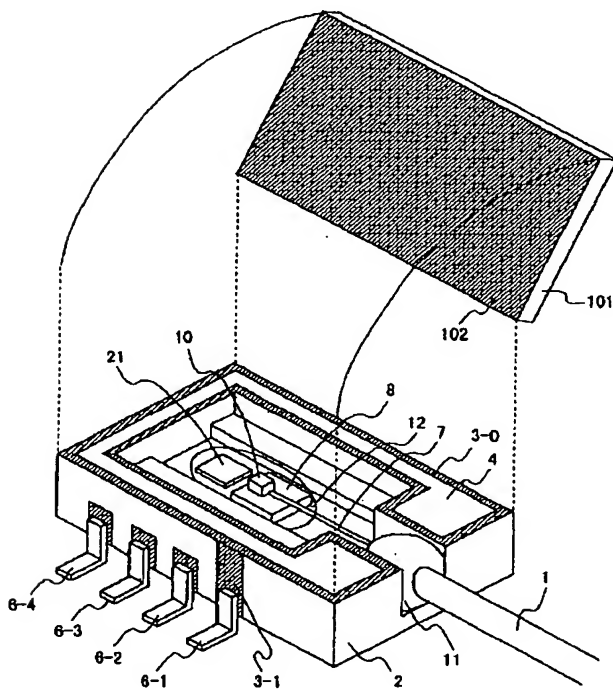


【図 21】

図 21

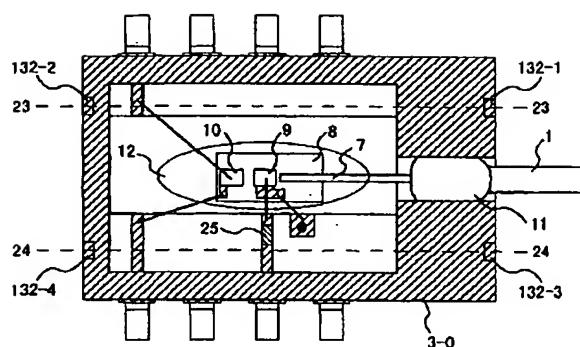
【図 18】

図 18



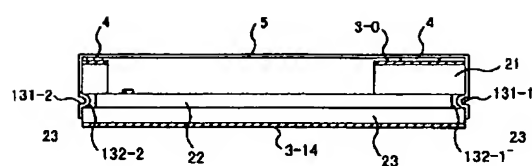
【図 22】

図 22



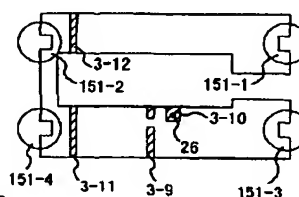
【図 23】

図 23



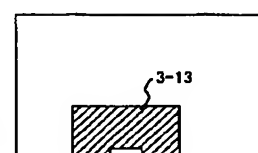
【図 26】

図 26



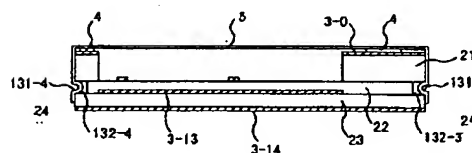
【図 27】

図 27



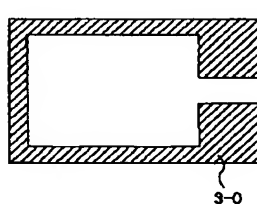
【図 24】

図 24



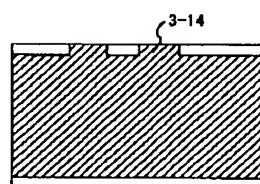
【図 25】

図 25



【図 28】

図 28



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 DA03 DA06  
DA40  
5F073 AB28 BA01 EA14 FA02 FA07  
FA13 FA27 FA28 FA29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**